VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Альвен Ханнес

фрагмент статьи из сборника "Будущее науки", вып. 12. М.: Знание, 1979.



Альфве́н (Альвен) Ха́ннес (швед. Hannes Olof Gösta Alfvén) (1908–1995) – известный шведский физик, специалист по физике плазмы. Лауреат Нобелевской премии по физике в 1970 году за работы в области теории магнитогидродинамики. С 1934 г. преподавал физику в университете Упсалы, и в Нобелевском институте физики в Стокгольме. В 1940 г. он стал профессором по теории электромагнетизма и электрических измерений в Королевском технологическом институте в Стокгольме. В 1945 г. он возглавил там кафедру электроники (позднее физики плазмы в 1963 году). В 1967 г., после отъезда из Швеции и пребывания в течение некоторого времени в Советском Союзе, он переехал в США. Он работал на факультетах электрической техники в двух университетах – Университете Калифорнии в Сан-Диего и в университете Южной Калифорнии. Был удостоен Золотой медали Королевского астрономического общества (1967 г.), Медали Франклина Института Франклина (1971 г.), Большой золотой медали имени М. В. Ломоносова Академии наук СССР (1971 г.). Альвен был членом следующих Академий и институтов: Шведской королевской академии наук и Академии технических наук, Института инженеров электротехники и электроники (пожизненный член), Европейского физического общества, Американской академии искусств и наук, Югославской академии наук, Пагоушского движения учёных, Академии наук СССР, Индийской национальной академии наук (INSA; 1976). Творческий и интуитивный интеллектуал XX-го века – Альвен был одним из немногих ученых, которые были иностранными членами Академии наук как в США так и в СССР.

Древнейшие мифы и верования о сотворении мира

Первые догадки и домыслы о происхождении и эволюции Земли и небесных тел зародились, по всей вероятности, вместе с появлением человеческого мышления. На протяжении тысячелетий отчётливо различимы три типа подхода к решению этой проблемы, нашедших своё отражение в истории науки, философии и религии.

Первый из них – это подход теократической мифологии, согласно которому эволюцией всего мироздания управляют боги. Именно ими в своё время и был создан мир. Однако значение, вкладываемое в слова “сотворение мира”, со временем изменилось. Самый ранний смысл этого выражения состоял, по-видимому, в том, что боги внесли порядок в существовавший прежде хаос. При этом мир как таковой был, по выражению Аристотеля, “непорождённым и неуничтожимым”, а боги были бессмертны и представляли собой часть этого мира. Согласно древнеиндийской мифологии “сотворение мира” наступило, когда Брахма, проснувшись однажды утром и обнаружив мир в хаотическом состоянии, внёс в него порядок, превратив хаос в космос. Когда же Брахма опять – после длящейся миллиард лет кальпы* – заснёт, в мире вновь воцарится хаос. Тем не менее мир сам по себе вечен – так же, как Брахма и другие боги.

Возникновение монотеистических религий изменило эти представления… возникла концепция сотворения мира как целого “из ничего” (“*ex nihilo*”) по воле Бога. Именно в этом смысле мы говорим сегодня о “сотворении мира”...

В теократических мифологиях боги создавали мир и управляли его развитием согласно своим прихотям. В “Одиссее” мы читаем, как Посейдон разгневался на Одиссея и ниспослал шторм, чтобы уничтожить его корабль, и как Афина Паллада спасла мореплавателей, призвав для этого другие явления природы. Подобным же образом действия их отцов и дедов (Зевса-Юпитера и Кроноса-Сатурна) привели к созданию мира. При этом не приводилось никакой очевидной причины, почему мир должен был быть таким, каков он есть, – он представлял собой всего лишь случайный результат деятельности богов. В монотеистических религиях бог также иногда рассматривался как самовластный деспот, который делает то, что ему заблагорассудится, и было запрещено подвергать сомнению его действия или анализировать их.

Математические мифы

С возникновением философии и зачатков науки боги стали менее деспотическими, все более и более обнаруживая философские и научные наклонности. Сотворение мира и его эволюция были уже некими этапами генерального плана, и уже не казалась бессмысленной идея, что человек мог бы оказаться способным понять этот план. Коренной перелом в мышлении на этом уровне наступил с появлением пифагорейской философии.

Пифагорейцы открыли, насколько прекрасна и всемогуща математика: они обнаружили, что музыкальная гармония может быть объяснена с помощью соотношений между целыми числами, и доказали, что существует пять и только пять правильных многогранников. Я полагаю, что лишь немногие научные открытия – если они вообще найдутся – превосходят по красоте открытия пифагорейцев.

Вполне естественно, что, имея за плечами такие достижения, пифагорейцы попытались применить те же методы к другим научным и философским проблемам, среди которых была и проблема макроскопической структуры мира, или Вселенной. Они стремились объяснить её с помощью простых числовых соотношений и логически и математически совершенных понятий. Поскольку они считали, что сфера является наиболее “совершенным” среди всех геометрических тел, а равномерное движение – простейшим и прекраснейшим среди всех типов движения, то, следовательно, звёзды и планеты должны были быть разме-

* К а л ь п а – в древнеиндийской мифологии период времени, соответствующий полному космическому циклу от возникновения до разрушения мира. – Ред.

щены на хрустальных сферах, равномерно обращавшихся вокруг Земли. Основная их идея состояла в том, что макроскопический мир должен быть устроен по простым математическим законам – подобно музыкальным гармоническим соотношениям и геометрическим фигурам.

Подобные взгляды необязательно находились в противоречии с религией. Не было необходимости – хотя возможность, разумеется, оставалась – подвергать сомнению тот факт, что боги создали мир, ибо боги, несомненно, понимали красоту математики. И действительно, никто из изучающих математику не может избежать ощущения, что её теоремы обладают красотой, которую можно было бы назвать божественной. Итак, следовало ожидать, что боги устроили мир в соответствии с некоторыми принципами, обладающими математической и логической безупречностью, и задачей философов и учёных было отыскать эти космологические принципы. Если бы они были найдены, то тем самым была бы решена и космологическая проблема: для того чтобы понять весь мир, нам нужен только один принцип, только одна формула.

Этот подход второго типа, который может быть назван математическим мифом, развиваясь на протяжении столетий, нашёл своё наиболее совершенное воплощение в космологии Птолемея. Его теория впечатляет своей логической стройностью и математической красотой: например, в ней показывалось, что во Вселенной должно существовать семь планет, обращающихся вокруг Земли, включая сюда Солнце и Луну, – семёрка была священной цифрой, в неделе было семь дней, в гамме – семь тонов и т. д. За исключением Солнца и Луны планет было столько же, сколько существует правильных многогранников.

Однако сравнение этой космологической теории с наблюдениями привело к ряду несоответствий. Для того чтобы рассчитать наблюдаемые траектории небесных тел, было необходимо вводить серию эпициклов и т. п., что делало систему всё более и более сложной. Этот факт не уменьшал веру в справедливость теории – он просто доказывал, что материальный мир несовершенен.

Эмпирический подход

В течение XVI и XVII вв. система Птолемея была сокрушена, и её место заняла новая небесная механика. Этот факт означал победу третьего типа подхода – эмпирического подхода, опиравшегося в первую очередь на исследования свободного падения тел, проведённые Галилеем, и на весьма тщательные астрономические наблюдения Тихо Браге. Принято считать, что именно эта инъекция новых экспериментальных фактов оказалась смертельной для системы Птолемея. В определённой степени это, разумеется, верно, но существовал и другой фактор, который, как можно думать, был по меньшей мере столь же важен. Необходимой предпосылкой коренного перелома в пользу нового подхода было падение системы научной цензуры, которая до того времени была достаточно могущественна, чтобы предотвратить возникновение новых идей. Когда Галилей объявил, что Земля движется, его коллеги-учёные в Италии подвергли эти идеи предварительному обсуждению и почти единодушно пришли к выводу, что они неверны. В результате Галилей должен был публично от них отречься. Однако научный истэблишмент в Италии не был настолько могущественен, чтобы запретить немецким, голландским и английским учёным принять эти идеи и продолжать их развитие. Рождение современной науки стало возможным благодаря спаду научно-философского истэблишмента и сокрушению его системы предварительной научной цензуры, которая в течение веков стояла на страже мракобесия в Европе.

Этот коренной перелом ознаменовал начало научной эры. Прежние мифы – как теократические, так и математические – безвозвратно отошли в прошлое. Мы живём в век науки, в век разума – по крайней мере так мы обычно называем нашу эпоху. Но везде ли и во всём дело обстоит именно так?

Современные мифы. Космологическая формула

Если мы возьмём какую-нибудь ежедневную газету, что мы в ней найдём? Привычную рубрику, посвящённую анализу того, как планеты влияют на нашу судьбу. Но эти планеты – совсем не те, которые наблюдают астрономы, не те, которые представляют собой объекты исследования космического пространства, – это планеты античной мифологии. Венера – это вовсе не планета, покрытая толстым слоем атмосферы, состоящей из углекислого газа, а богиня любви; Марс – не сфера со скалистой поверхностью, на которой свирепствуют песчаные бури, а древний бог войны. Все эти древние боги, как полагают многие читатели подобных газет, управляют нашими судьбами так же, как когда-то они управляли странствиями Одиссея. Теократические мифы, насчитывающие более 2 тыс. лет, процветают и сегодня.

Разумеется, всё это происходит вне мира академической науки. Я не думаю, что сейчас в мире существует хоть один уважаемый университет, в учебный план которого входила бы астрология. В научной среде космологические представления, основанные на теократической мифологии, бесповоротно исчезли.

Но как обстоит дело с математическими мифами? Жива ли всё ещё среди представителей академической среды, в стенах “храмов науки”, пифагорейская вера в то, что структура Вселенной может быть описана одной-единственной простой математической формулой? Боюсь, что положение именно таково.

Хотя сравнивать различные культуры и различные эпохи всегда довольно рискованно, я полагаю, что существует некоторая аналогия между специальной теорией относительности и ранними теориями пифагорейцев. В обоих случаях применение простых и красивых логических построений привело к эпохальным открытиям. В обоих случаях успех стимулировал появление различных умозрительных теорий в области космологии. Когда я был ещё молодым студентом, на меня произвело огромное впечатление, когда Эддингтон, несомненно, один из ведущих астрономов своего времени, провозгласил, что число 137 содержит в себе то самое, давно отыскиваемое решение космологической проблемы. В своей захватывающей книге “Философия физической науки” он заявил, что сумел, не вставая с кресла, подсчитать число протонов во Вселенной и нашёл, что оно равно $1{,}57477 \cdot 10^{79}$, или, точнее, $136 \cdot 2^{256}$= 15 747 724 136 275 002 577 605 653 961 181 555 468 044 717 914 527 116 709 366 231 425 076 185 631 031 296. Если относиться к этому, как к

мифу, то он прекрасен, но если считать это научным утверждением, то оно представляет собой явную бессмыслицу, и в настоящее время, по-видимому, все это признали.

Однако крах эддингтоновской космологии не дискредитировал математические мифы вообще. Наоборот, скорее, он послужил удобрением для почвы, на которой пышным цветом расцвели другие математические мифы, среди которых есть весьма привлекательные с эстетической точки зрения, но нет ни одного, представляющего интерес с научной точки зрения. Один из этих мифов – космологическая теория "Большого взрыва" – в настоящее время считается в научной среде "общепринятым". Это обусловлено главным образом тем, что эту теорию пропагандировал Гамов с присущими ему энергией и неотразимым обаянием. Что касается наблюдательных данных, свидетельствующих в пользу этой теории, то, как заявлял сам Гамов и другие её сторонники, они полностью отпали, но чем меньше существует научных доказательств, тем более фанатичной делается вера в этот миф. Как вам известно, эта космологическая теория представляет собой верх абсурда – она утверждает, что вся Вселенная возникла в некий определённый момент подобно взорвавшейся атомной бомбе, имеющей размеры (более или менее) с булавочную головку. Похоже на то, что в теперешней интеллектуальной атмосфере огромным преимуществом космологии "Большого взрыва" служит то, что она является оскорблением здравого смысла: credo, quia absurdum ("верю, ибо это абсурдно")! Когда учёные сражаются против астрологических бессмыслиц вне стен "храмов науки", неплохо было бы припомнить, что в самих этих стенах подчас культивируется ещё худшая бессмыслица.

Большой и малый акты "творения"

Старый вопрос о том, как был "сотворён" мир – если он вообще был сотворён – сегодня распадается на два. Один из них – это проблема "большого акта творения": каким образом зародилась и развивается вся Вселенная как целое? Этот вопрос мы уже в какой-то степени обсудили. Второй вопрос представляет собой проблему "малого акта творения": как возникла мельчайшая часть мельчайшей части Вселенной – Солнечная система? Далее мы остановимся в основном на этой, более ограниченной проблеме.

Современная астрофизика: миф или наука?

Как и во многих других разделах астрофизики, в исследованиях происхождения Солнечной системы друг другу противостоят мифологический и эмпирический подходы, и, как и во многих других разделах астрофизики, именно мифологический подход является "общепринятым" в научной среде. Те, кто верит, что структура и эволюция всей Вселенной могут быть описаны одной-единственной формулой, полагают также, что и все явления во Вселенной должны более или менее непосредственно выводиться из этой формулы. Образование Солнечной системы должно было бы оказаться результатом, например, "большого взрыва", причём из этой теории должны выводиться все необходимые нам следствия. Лишь немногие настолько отважны, чтобы пытаться провести эту программу в жизнь; обычно же рассуждения не идут в прошлое дальше момента образования звёзд. Фактически "общепринятые" теории начинают с рассмотрения того, как образуются звёзды, и пытаются получить образование Солнечной системы в качестве побочного продукта процесса формирования звёзд.

При таком подходе теория происхождения Солнечной системы становится зависящей решающим образом от механизма звездообразования. Что же нам известно об этом процессе?

В действительности мы знаем не очень-то много. Весьма вероятно, что звёзды образуются в тёмных облаках в межзвёздном пространстве, и в течение нескольких последних лет методами инфракрасной и радиоастрономии было получено большое количество сведений об этих облаках. Было показано, что в них содержатся как пыль, так и газ, причём в их состав могут входить довольно сложные молекулы. Насколько нам известно, такие молекулы могут образовываться в достаточном количестве только в плазме, так что их наличие представляет собой серьёзное свидетельство в пользу существования там электромагнитных явлений. Результаты наблюдений эффекта Зеемана также поддерживают эту точку зрения. Лайман Спитцер, один из пионеров космической физики плазмы, уделил большое внимание проблеме образования звёзд из облаков в межзвёздном пространстве и подчеркнул важность для этого процесса магнитогидродинамических явлений. Несмотря на всё сказанное, существует целая литература, посвящённая образованию звёзд и звёздных планетных систем, в которой магнитогидродинамические процессы либо игнорируются, либо же рассматриваются неверно.

Фактически первым, кто высказал догадку об образовании планетных систем из облаков в межзвёздном пространстве, был Лаплас. Его вдохновлял огромный интерес к проблеме происхождения Солнечной системы, который был результатом умозрительных построений Декарта, Канта и других ведущих философов и учёных, живших за два или три столетия до нас. В то время астрономы обнаружили, что, кроме звёзд, на небосводе существует также большое количество мелких объектов типа туманностей. Лаплас понимал, что многие из них состоят из огромного множества звёзд (согласно современной терминологии, это были галактики), но предполагал также, что некоторые "планетарные туманности" представляют собой планетные системы, находящиеся в стадии формирования. Исходя из этих фактов, он разработал теорию образования Солнечной системы. Когда впоследствии более совершенные наблюдательные методы показали, что наблюдавшиеся дискообразные объекты вовсе не были планетными системами в стадии формирования, его теория оказалась лишённой экспериментальных оснований. Тем не менее, даже после исчезновения наблюдательных данных, свидетельствующих в её пользу, "небулярная теория" продолжала жить своей собственной жизнью и в течение столетий превратилась в священный и неприкосновенный миф.

Впоследствии теория Лапласа была дополнена теорией гравитационного коллапса, рассматриваемого в качестве механизма формирования звёзд и планетных систем. Исторически эта концепция сложилась на основе приведённого ниже рассуждения.

Если мы рассматриваем гравитирующее газовое скопление сферической формы, в котором физические характеристики (давление, температура и т. д.) являются функциями только расстояния до центра сферы *r* и времени *t*, то градиент давления газа, вообще говоря, будет уравновешивать силу тяготения, предотвращая тем самым сжатие сферического облака. Если же температура станет ниже некоторого критического значения, то гравитационные силы будут доминирующими, и газовый шар начнёт сжиматься. В процессе сжатия будут увеличиваться и гравитационные силы, и градиент давления, но последний никогда не достигнет уровня, достаточного для компенсации силы тяготения. В результате развивается процесс неограниченного сжатия, или коллапса, который занимает всего лишь несколько тысяч лет. Принято считать, что звёзды и планетные системы образуются именно посредством этого процесса.

Фактически такого рода процесс никогда не наблюдался. С теоретической точки зрения его осуществимость решающим образом зависит от предположения, что физические переменные являются функциями только *r* и *t*. Это предположение вводится лишь для того, чтобы облегчить математическое решение задачи, но если от него отказаться, то оказывается, что состояние, из которого начинается коллапс, никогда не сможет быть реализовано – оно неустойчиво! Другими словами, с целью получения математически элегантного решения вводятся предположения, которые делают это решение не представляющим интереса с научной точки зрения. Перед нами типичный пример того, как возникает математический миф.

К этому добавляется предположение, что конденсация из туманного облака протекает в состоянии термодинамического равновесия, т. е. ещё одно предположение подобного типа.

В итоге миф, образовавшийся на основе ошибки Лапласа, дополненной тремя ошибочными физическими концепциями, стал священным, и именно из него исходит большинство авторов современных работ, посвящённых эволюции Солнечной системы. Он находится под защитой весьма влиятельного академического сообщества, которое редко допускает появление каких-либо возражений по адресу своих мифов. По всей вероятности, в результате существования системы научной цензуры коллег-учёных этому мифу суждено такое же бессмертие в стенах “храмов науки”, каким вне этих стен уже обладает астрология…